

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/051221

International filing date: 16 March 2005 (16.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE

Number: 10 2004 016 733.8

Filing date: 05 April 2004 (05.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 08 April 2005 (08.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

18.03.2005

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:** 10 2004 016 733.8**Anmeldetag:** 05. April 2004**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE**Bezeichnung:** Motorregelungsvorrichtung und entsprechendes  
Regelungsverfahren**IPC:** H 02 P 7/44**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**München, den 15. Dezember 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

  
Fleut

Fleut

## Beschreibung

Motorregelungsvorrichtung und entsprechendes Regelungsverfahren

5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Motorregelungsvorrichtung mit einer Regelungskomponente zum Bereitstellen eines Regelungssignals. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung ein entsprechendes Regelungsverfahren.

10 Vielfach wird die Geschwindigkeits- bzw. Drehzahlregelung und auch die Lageregelung von Antrieben durch Rauschen und andere Störgrößen nachteilig beeinflusst. Dieses Problem wird anhand des in FIG 1 dargestellten Geschwindigkeitsregelkreises für 15 Linearantriebe näher erläutert. Für den Regelkreis wird eine Sollgeschwindigkeit  $v_{ref}$  vorgegeben. Von dieser Sollgeschwindigkeit  $v_{ref}$  wird in einem Addierer Sum1 eine Istgeschwindigkeit  $v_{ist}$  abgezogen, so dass man ein Abweichungs- bzw. Differenzsignal  $e_v$  erhält. Das Differenzsignal  $e_v$  wird in einem 20 Verstärker  $G_1$  mit dem Verstärkungsfaktor  $K_p$  proportional verstärkt. In dem nachgeschalteten Verstärker  $G_2$ , Integrierer  $I_1$  und Addierer Sum2 wird ein  $I$ -Anteil mit Nachstellzeit  $T_n$  berücksichtigt. Ein aus dem Addierer Sum2 resultierender Strom 25  $i$  wird durch einen Motor  $M$ , der die Regelstrecke darstellt, in eine Linearposition  $x$  umgesetzt. Dabei wird der Motor  $M$  durch einen Verstärker  $G_3$  und zwei nachgeschaltete Integrierer  $a_{2v}$  und  $v_{2x}$  modelliert. Der Verstärker  $G_3$  setzt entsprechend einer Kraftkonstante  $K_F$  den Strom  $i$  in eine Beschleunigung  $a$  um. Diese wird in dem ersten Integrierer  $a_{2v}$  in eine 30 Geschwindigkeit  $v$  und anschließend in dem zweiten Integrierer  $v_{2x}$  in eine Position  $x$  gewandelt.

Ein Geber  $G$  greift die Position  $x$  ab, wobei ungewollt ein Störsignal  $r_x$  zum Lagesignal  $x$  addiert wird, was durch den 35 Addierer Sum3 angedeutet ist. Das Störsignal  $r_x$  entsteht beispielsweise durch Quantisierungsrauschen oder sonstiges Rau-

schen und andere Störgrößen. Der Geber G liefert somit ein Istlagesignal  $x_{ist}$ .

Die Geberauswertung A im Rückkopplungszweig dient dazu, das  
5 Istlagesignal  $x_{ist}$  in das Istgeschwindigkeitssignal  $v_{ist}$  um-  
zusetzen. Hierzu wird mit dem Verzögerungselement D1, dem Ad-  
dierer Sum4 und dem Verstärker G4 eine zeitdiskrete Differen-  
ziation durchgeführt. Üblicherweise arbeiten dabei die Blöcke  
10 D1, Sum4, G4, vref, Sum1, G1, G2, I1, Sum2 zeitdiskret, wobei  
die Taktrate mit der Verzögerungszeit T des Verzögerungsele-  
ments D1 übereinstimmt. Entsprechend wird auch das Istlage-  
signal  $x_{ist}$  nicht kontinuierlich, sondern zeitdiskret mit  
dieser Taktrate erfasst. Insofern bildet die Geberauswertung  
15 A die mit einem Faktor (hier  $1/T$ ) gewichtete Differenz aus  
aktueller und vorangegangener Istlage.

Üblicherweise ist man bestrebt eine möglichst hohe Dynamik zu  
erzielen, d. h. 1) die Geschwindigkeit  $v$  soll eventuellen Än-  
derungen der Sollgeschwindigkeit  $v_{ref}$  möglichst schnell fol-  
20 gen und 2) sollen sich eventuelle plötzliche Störkräfte, die  
in FIG 1 einem dort nicht eingezeichneten zusätzlichen addi-  
tiven Anteil in der Beschleunigung  $a$  entsprächen, möglichst  
nur kurzzeitig auf die Geschwindigkeit  $v$  auswirken. Um eine  
möglichst hohe Dynamik zu erzielen, ist man bestrebt, mög-  
lichst hohe Werte für  $K_p$  im Verstärker G1 und  $1/T_n$  im Ver-  
stärker G2 des Reglers R zu realisieren. In der Praxis sind  
dem aber Grenzen gesetzt, u. a. deswegen, weil die Störgröße  
rx den Drehzahlwert  $v_{ist}$  verfälscht. D. h. selbst dann,  
wenn die wahre Geschwindigkeit  $v$  mit dem Sollwert  $v_{ref}$  über-  
30 einstimmmt, weicht der ermittelte Istwert  $v_{ist}$  i. a. von  $v_{ref}$   
ab, was bei zu hohem  $K_p$  zu überhöhten Motorströmen  $i$  und in  
Folge einerseits zu zusätzlicher Erwärmung und Geräuschbil-  
dung und andererseits zu überhöhten Beschleunigungen  $a$  und  
damit auch zu Abweichungen von  $v$  vom Sollwert  $v_{ref}$  führt. Auf  
35 diese Weise entsteht auch bei konstantem  $v_{ref}$  sowohl im Strom  
 $i$  als auch in der Geschwindigkeit  $v$  ein unerwünschter zusätz-  
licher rauschartiger Wechselanteil. Beim Strom  $i$  wird dieser

Wechselanteil Stromripple, bei der Geschwindigkeit v Geschwindigkeitswelligkeit genannt.

Ziel ist es nun, eine Modifikation dahingehend vorzunehmen, dass man Stromripple und Geschwindigkeitswelligkeit bei gegebener Dynamik reduzieren kann bzw. umgekehrt die Regelung (durch Erhöhung von  $K_p$  und ggf. von  $1/T_n$ ) dynamischer machen kann, ohne gleichzeitig den Stromripple und die Geschwindigkeitswelligkeit zu erhöhen.

10

Eine bekannte Modifikation des in FIG 1 dargestellten Regelkreises besteht in der Geschwindigkeitswertfilterung gemäß FIG 2. Dabei wird der Geschwindigkeitswert  $v_{ist}$  vor dem Einspeisen in den Addierer  $Sum1$  durch einen Tiefpass  $TP$  geglättet. Nachteil dieser Lösung ist jedoch, dass der Tiefpass  $TP$  die erzielbare Dynamik begrenzt.

Eine weitere Möglichkeit, um den Stromripple und die Geschwindigkeitswelligkeit zu minimieren besteht darin, das Störsignal  $rx$  zu verringern. Hierzu eignet sich beispielsweise ein höher auflösender Geber für die Lageposition  $x$ . Durch den höher auflösender Geber lässt sich das Quantisierungsrauschen reduzieren. Der Nachteil eines höher auflösenden Gebers besteht jedoch in den höheren Kosten.

Des Weiteren lässt sich das Störsignal  $rx$  beispielsweise durch Oversampling reduzieren, wie dies in dem Vortrag von Roland Kirchberger "Verbesserte Erfassung von Lage und Geschwindigkeit an Hochgeschwindigkeitsspindeln", Lageregelseminar 2001, 26. und 27.10.2001, Stuttgart beschrieben wurde. Nachteilig dabei ist jedoch der höhere Hardware-Aufwand und die Verzögerung des Geschwindigkeitswerts  $v_{ist}$  gegenüber dem wahren Wert  $v$ .

35 Durch die Verwendung eines zusätzlichen Beschleunigungssensors, wie dies in der Druckschrift DE 100 24 394 A1 vorgesehen ist, können die negativen Auswirkungen der Störgröße  $rx$

auf die Istgeschwindigkeit vist und damit auch auf den Stromripple und die Geschwindigkeitswelligkeit ebenfalls reduziert werden. Nachteilig dabei ist jedoch der zusätzliche Aufwand für den Beschleunigungssensor und dessen Auswertung.

5

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, den Stromripple und die Geschwindigkeitswelligkeit bei gleichbleibender Dynamik der Regelung zu reduzieren und gleichzeitig den Hardware-Aufwand möglichst gering zu halten.

10

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch eine Motorregelungsvorrichtung mit Regelungskomponente zum Bereitstellen eines Regelungssignals, einer Signalteilungseinrichtung zum Aufteilen des Regelungssignals in mindestens zwei Signalanteile, einer Signalverarbeitungseinrichtung, mit der jeder der mindestens zwei Signalanteile auf untereinander verschiedene Weise verarbeitbar ist, und einer Addiereinrichtung zum Addieren der verschieden verarbeiteten Signalanteile für eine weitere Verarbeitung.

15

Darüber hinaus ist erfundungsgemäß vorgesehen ein Verfahren zum Regeln eines Motors durch Bereitstellen eines Regelungssignals, Aufteilen des Regelungssignals in mindestens zwei Signalanteile, Verarbeiten jedes der mindestens zwei Signalanteile auf untereinander verschiedene Weise und Addieren der verschiedenen verarbeiteten Signalanteile für eine weitere Verarbeitung.

20

Durch das Aufspalten eines Regelungssignals, insbesondere der Geschwindigkeitsabweichung in mindestens zwei Anteile können diese unterschiedlichen Reglern zugeführt werden. Gegenüber dem Stand der Technik mit der Geschwindigkeitsistwertfilterung entsprechend FIG 2 besteht der Vorteil somit darin, dass entsprechend der vorliegenden Erfindung die Filterung nicht auf die gesamte Regelabweichung angewendet wird, sondern nur auf den Teil, für den die Filterung aufgrund der Störgröße benötigt wird.

Vorzugsweise ist einer der abgespaltenen Signalanteile ein bezogen auf die Signalamplitude höherwertiger Signalanteil und ein anderer ein niederwertiger Signalanteil. Dies hat den Vorteil, dass speziell die niederwertigen Signalanteile, die 5 in erster Linie durch Rauschen und Störgrößen verändert sind, speziell behandelt werden können. So ist es günstig, wenn die Signalverarbeitungseinrichtung in dem Signalpfad für den niedrigwertigen Signalanteil einen Tiefpass aufweist. Dadurch lassen sich hochfrequente Störanteile aus dem Gesamt signal 10 entfernen.

Darüber hinaus kann die Signalverarbeitungseinrichtung in dem Signalpfad für den niedrigwertigen Signalanteil einen oder mehrere Bandsperrren aufweisen. Dadurch können gezielt Frequenzanteile, die durch Störungen hervorgerufen werden, aus 15 dem Signal ausgefiltert werden.

Bei einer weiterentwickelten Motorregelungsvorrichtung kann neben einem Lagesensor auch ein Beschleunigungssensor zur Erfassung der Bewegung eines Verstellelements vorgesehen sein, so dass eine entsprechende Istgröße gewonnen werden kann. Durch diese parallele Istwerterfassung können die Störanteile in der Istgeschwindigkeit  $v_{ist}$  minimiert werden, indem diese Istgeschwindigkeit  $v_{ist}$  nicht wie in FIG 1, sondern beispielweise so wie in DE 100 24 394 A1 beschrieben, ermittelt wird.

In der erfindungsgemäßen Motorregelungsvorrichtung bzw. für das entsprechende Verfahren kann darüber hinaus eine Abtasteinrichtung zum mehrfachen Abtasten einer zu erfassenden Größe innerhalb eines Zeitschritts unter Gewinnung mehrerer Abtastwerte und zum Liefern eines gemittelten Abtastwerts in dem Zeitschritt als Istgröße vorgesehen sein. Auf diese Weise kann ein Oversampling des abztastenden Signals gewährleistet 30 und eine entsprechende Reduzierung des Störsignals  $rx$  erzielt 35 werden.

Die in der erfindungsgemäßen Motorregelungsvorrichtung vorgesehene Regelungskomponente kann eine Subtraktionseinrichtung zum Subtrahieren einer Istgröße von einer Sollgröße unter Be-  
reitstellung eines Differenzsignals darstellen, wobei die  
5 Signalteilungseinrichtung zur Aufteilung des Differenzsignals der Subtraktionseinrichtung nachgeschaltet ist. Alternativ könnte auch die Aufspaltung in dem Rückkopplungszweig vor der Subtraktionseinrichtung erfolgen. Wenn ein Eingriff in den Regler R gegenüber einem Eingriff in die Geberauswertung A  
10 keinen Nachteil darstellt, bietet diese Alternative keinen Vorteil gegenüber der ursprünglichen Lösung. Andernfalls ist diese Lösung jedoch, insbesondere dann vorteilhaft, wenn vor-  
zugsweise der Fall  $v_{ref} = 0$  interessiert oder das Störsignal  
rx im Wesentlichen durch Quantisierungsrauschen verursacht  
15 wird und dafür gesorgt wird, dass  $v_{ref}$  immer mögliche Quantisierungsstufen von vist annimmt.

Die vorliegende Erfindung ist anhand der beigefügten Zeich-  
nungen näher erläutert, in denen zeigen:

20

- FIG 1 einen Geschwindigkeitsregelkreis entsprechend dem Stand der Technik;
- FIG 2 einen Geschwindigkeitsregelkreis mit Geschwindigkeitsistwertfilterung entsprechend dem Stand der Technik;
- FIG 3 einen Geschwindigkeitsregelkreis mit Signalauftteilung entsprechend der vorliegenden Erfindung; und
- FIG 4 ein Blockschaltbild für eine erfindungsgemäße Lageregelung.

30

Die nachfolgend näher erläuterten Ausführungsbeispiele stel-  
len bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar.

35 Die in FIG 3 wiedergegebene erfindungsgemäße Geschwindig-  
keitsregelung besteht im Wesentlichen aus den Komponenten,  
die bereits im Zusammenhang mit FIG 1 vorgestellt wurden. Dem

dort beschriebenen Regler R ist jedoch hier ein nicht linearer Regler NR vorgeschaltet. In ihm wird die Geschwindigkeitsabweichung ev in zwei Anteile aufgespaltet, wie es in ähnlicher Weise auch bei einer Binärzahl mit der Aufspaltung in höherwertige Bits und niedrige Bits möglich ist. Im vorliegenden Fall entsteht durch die Aufspaltung ein höherwertiger Anteil evhi und ein niedrige Anteil evlo mit  $evhi + evlo = ev$ .

10 Anschaulich entspricht dabei der niedrige Anteil evlo in etwa demjenigen Signalpegel, der von der Störgröße rx verursacht wird. Mit dem höherwertigen Anteil wird nun so verfahren wie beim Stand der Technik nach FIG 1, während der niedrige Anteil z. B. a) vorher gefiltert oder b) nur dem 15 I-Glied zugeführt wird. Dies ist möglich, da die Störgröße rx mittelwertfrei ist. Für den Fall a) ist in FIG 3 ein Blockschaltbild angegeben.

20 Der Signalausgang des Addierers Sum1 wird in zwei Signalfäde aufgespaltet. In einem der Signalfäde ist ein Begrenzer B angeordnet. Dieser begrenzt die Signalamplitude entsprechend einer gewünschten Sättigungsfunktion, z. B.

$$evlo = \begin{cases} -Q & \text{für } ev < -Q \\ ev & \text{für } -Q \leq ev \leq Q \\ Q & \text{für } ev > Q \end{cases}$$

30 mit einer positiven Konstanten Q. Das resultierende Signal evlo umfasst nur die niedrigen Anteile des ursprünglichen Signals ev. In einem Addierer Sum5 wird der Signalanteil evlo von dem ursprünglichen Signal ev abgezogen, woraus der höherwertige Signalanteil evhi resultiert. Der höherwertige Signalanteil, der beispielsweise aus einem Lastwechsel des Motors herrührt und damit einer tatsächlichen Änderung der 35 Geschwindigkeit v entspricht, wird unverarbeitet einem Addierer Sum6 zugeführt. Die niedrigen Signalaanteile evlo werden hingegen in einem Filter F gefiltert, bevor sie dem

Addierer Sum6 zugeführt werden. In dem Addierer Sum6 werden die beiden Signalanteile wieder zu einem gemeinsamen Signal addiert und dem Regler R bzw. dessen Verstärker G1 zugeführt.

5 Der Begrenzer B sorgt dafür, dass die Amplitude des niedrigwertigen Anteils evlo in etwa dem von dem Störsignal rx in dem Istgeschwindigkeitssignal vist verursachten Signalanteil entspricht. Für das Filter lässt sich beispielsweise der Tiefpass TP aus FIG 2 einsetzen. In diesem Fall ist die  
10 Geschwindigkeits- bzw. Drehzahlstwertglättung nur für den Signalanteil wirksam, für den sie auch tatsächlich benötigt wird. Alternativ oder zusätzlich lässt sich im Filter F auch eine oder mehrere Bandsperren mit einstellbarer Sperrfrequenz implementieren, deren Sperrfrequenz(en) beispielsweise so  
15 nachgeführt wird, dass sie einem ganzzahligen Vielfachen der Strichfrequenz des Gebers, dessen Geberrad eine vorbestimmte Anzahl an abzutastenden Strichen aufweist, entspricht. Oft hat nämlich der Geschwindigkeitsstwert vist bei solchen Frequenzen erhebliche Störanteile.

20 Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit, dass das Signal der Geschwindigkeitsabweichung ev in mehr als zwei Anteile aufgespaltet wird und die nicht lineare Regelung in diesen Anteilen individuell durchgeführt wird. Darüber hinaus besteht auch die Möglichkeit, wie dies oben bereits erwähnt ist, parallel zu dem Lagesensor einen Beschleunigungssensor einzusetzen, um Rauschen bzw. Störanteile zu unterdrücken. Ferner kann der Geber G auch ein Oversampling ermöglichen.

30 Der nicht lineare Regelschritt kann anstelle vor der Regelung R auch zwischen der Geberauswertung A und dem Addierer Sum1 für das Istgeschwindigkeitssignal vist durchgeführt werden. Diese Alternative ist zwar weniger vorteilhaft, sie bietet sich aber bei bestehenden Regelkreisen an, bei denen beispielsweise nur das Istgeschwindigkeitssignal vist zugänglich ist.

Der erfindungsgemäße Regelmechanismus kann auch für eine Lageregelung verwendet werden. Diese kann in üblicher Weise ohne Umwandlung in Geschwindigkeitssignale aufgebaut werden. Alternativ kann sie aber auch unter Ausnutzung der Geschwindigkeitsregelung von FIG 3 realisiert werden. Ein entsprechendes Blockschaltbild ist in FIG 4 wiedergegeben, wobei der Geschwindigkeitsregelkreis von FIG 3 durch das gestrichelte Rechteck GR angedeutet ist. Das Istlagesignal wird für die Lageregelung einem Addierer Sum7 zugeführt, der dieses Signal von einem Solllagewert  $x_{ref}$  subtrahiert. Der anschließende Verstärker G5 wandelt das Lagedifferenzsignal in den Geschwindigkeitssollwert  $v_{ref}$ . Dabei kann alternativ zwischen den Ausgang des Addierers Sum7 und dem Eingang des Verstärkers G5 ein nichtlinearer Regler von der Art des nichtlinearen Reglers NR aus FIG 3 geschaltet sein. Somit kann der Regelkreis von FIG 3 sowohl für die Geschwindigkeitsregelung als auch für die Lageregelung verwendet werden.

Patentansprüche

1. Motorregelungsvorrichtung mit

- Regelungskomponente (Sum1) zum Bereitstellen eines Regelungssignals (ev),  
5 gekennzeichnet durch
  - eine Signalteilungseinrichtung (B, Sum5) zum Aufteilen des Regelungssignals (ev) in mindestens zwei Signalanteile (evlo, evhi),
  - eine Signalverarbeitungseinrichtung (F), mit der jeder der mindestens zwei Signalanteile (evlo, evhi) auf untereinander verschiedene Weise verarbeitbar ist, und
  - eine Addiereinrichtung (Sum6) zum Addieren der verschiedenen verarbeiteten Signalanteile für eine weitere Verarbeitung.

15

2. Motorregelungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei einer der Signalanteile ein bezogen auf die Signalamplitude höherwertiger Signalanteil (evhi) und ein anderer ein niederwertiger Signalanteil (evlo) ist.

20

3. Motorregelungsvorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Signalverarbeitungseinrichtung (F) in einem Signalpfad für den niederwertigen Signalanteil (evlo) einen Tiefpass aufweist.

4. Motorregelungsvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Signalverarbeitungseinrichtung (F) in einem Signalpfad für den niederwertigen Signalanteil (evlo) einen oder mehrere Bandsperren aufweist.

30 5. Motorregelungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die einen Lagesensor (G) und einen Beschleunigungssensor zur Erfassung der Bewegung eines Verstellelements aufweist.

35 6. Motorregelungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die eine Abtasteinrichtung zum mehrfachen Abtasten einer zu erfassenden Größe innerhalb eines Zeitschritts unter

Gewinnung mehrerer Abtastwerte und zum Liefern eines gemittelten Abtastwerts in dem Zeitschritt als Istgröße aufweist.

7. Motorregelungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden

5 Ansprüche, wobei die Regelungskomponente (Sum1) eine Subtraktionseinrichtung zum Subtrahieren einer Istgröße (vist) von einer Sollgröße (vref) unter Bereitstellung eines Differenzsignals (ev) darstellt und die Signalteilungseinrichtung (B, Sum5) zur Aufteilung des Differenzsignals (ev) der Subtraktionsseinrichtung nachgeschaltet ist.

8. Verfahren zum Regeln eines Motors durch

- Bereitstellen eines Regelungssignals (ev),  
gekennzeichnet durch

15 - Aufteilen des Regelungssignals (ev) in mindestens zwei Signalanteile (evlo, evhi),  
- Verarbeiten jedes der mindestens zwei Signalanteile (evlo, evhi) auf untereinander verschiedene Weise und  
- Addieren der verschiedenen verarbeiteten Signalanteile für  
20 eine weitere Verarbeitung.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das Regelungssignal (ev)

in einen bezogen auf die Signalamplitude höherwertigen Signalanteil (evhi) und einen niedrigenwertigen Signalanteil (evlo) aufgeteilt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der niedrige Signalanteil (evlo) mit einem Tiefpass gefiltert wird.

30 11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, wobei der niedrige Signalanteil (evlo) mit einem oder mehreren Bandsperren gefiltert wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, wobei ein  
35 Lagesignal (xist) und ein Beschleunigungssignal jeweils als Istgröße erfasst werden.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei eine zu erfassende Größe innerhalb eines Zeitschritts unter Gewinnung mehrerer Abtastwerte abgetastet und ein gemittelter Abtastwert in dem Zeitschritt als Istgröße geliefert wird.

5

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, wobei das Regelungssignal ( $ev$ ) ein Differenzsignal zwischen einer Istgröße ( $v_{ist}$ ) und einer Sollgröße ( $v_{ref}$ ) ist und dieses Differenzsignal in mindestens zwei Signalanteile ( $ev_{lo}$ ,  $ev_{hi}$ ) 10 aufgeteilt wird.

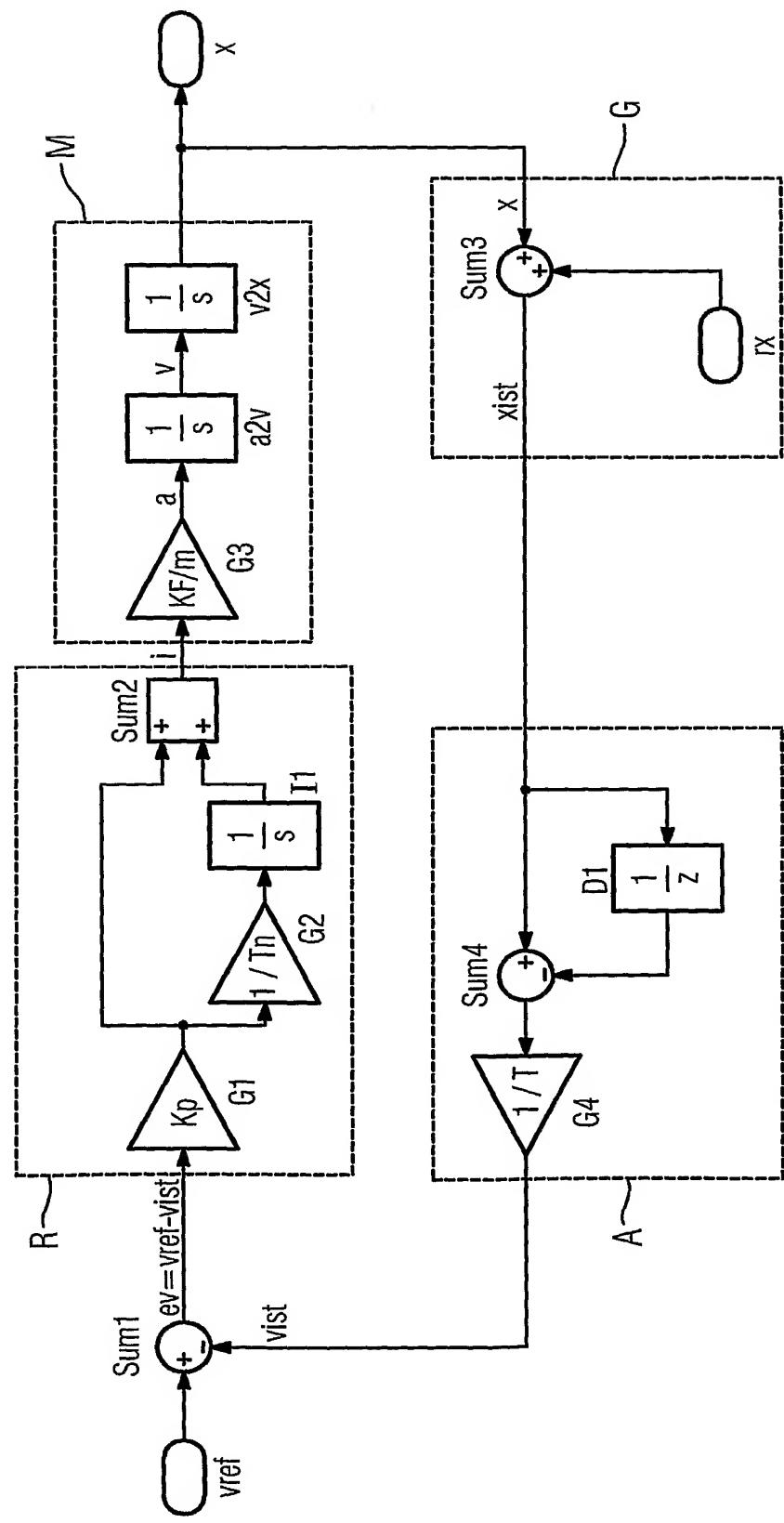
## Zusammenfassung

Motorregelungsvorrichtung und entsprechendes Regelungsverfahren

5

Bei einer Geschwindigkeitsregelung sollen Stromripple und Geschwindigkeitswelligkeit bei gleichbleibender Dynamik reduziert werden, wobei der zusätzliche Hardware-Aufwand möglichst gering gehalten werden soll. Hierfür ist vorgesehen, 10 ein Regelungssignal, insbesondere eine Geschwindigkeitsabweichung (ev) in mindestens zwei Signalanteile (evhi und evlo) aufzuteilen. Jeder der mindestens zwei Signalanteile (evhi und evlo) werden auf unterschiedliche Weise verarbeitet. Insbesondere kann der niederwertige Anteil (evlo) durch ein 15 Tiefpassfilter (F) geglättet werden. In einem nachgeschalteten Addierer (Sum6) werden die verschiedenen verarbeiteten Signalanteile schließlich wieder für die weitere Regelung addiert.

20 FIG 3



T  
E  
G  
E

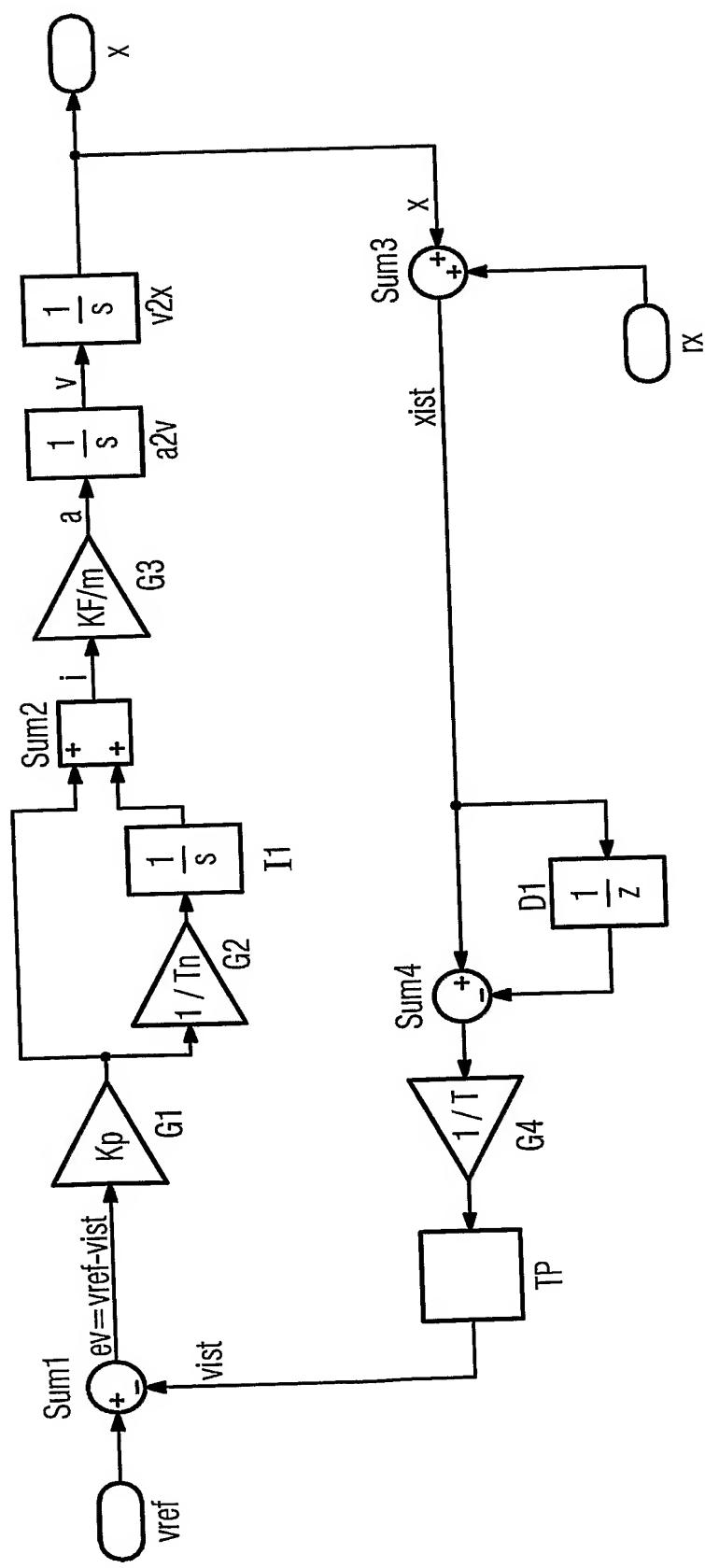


FIG 2

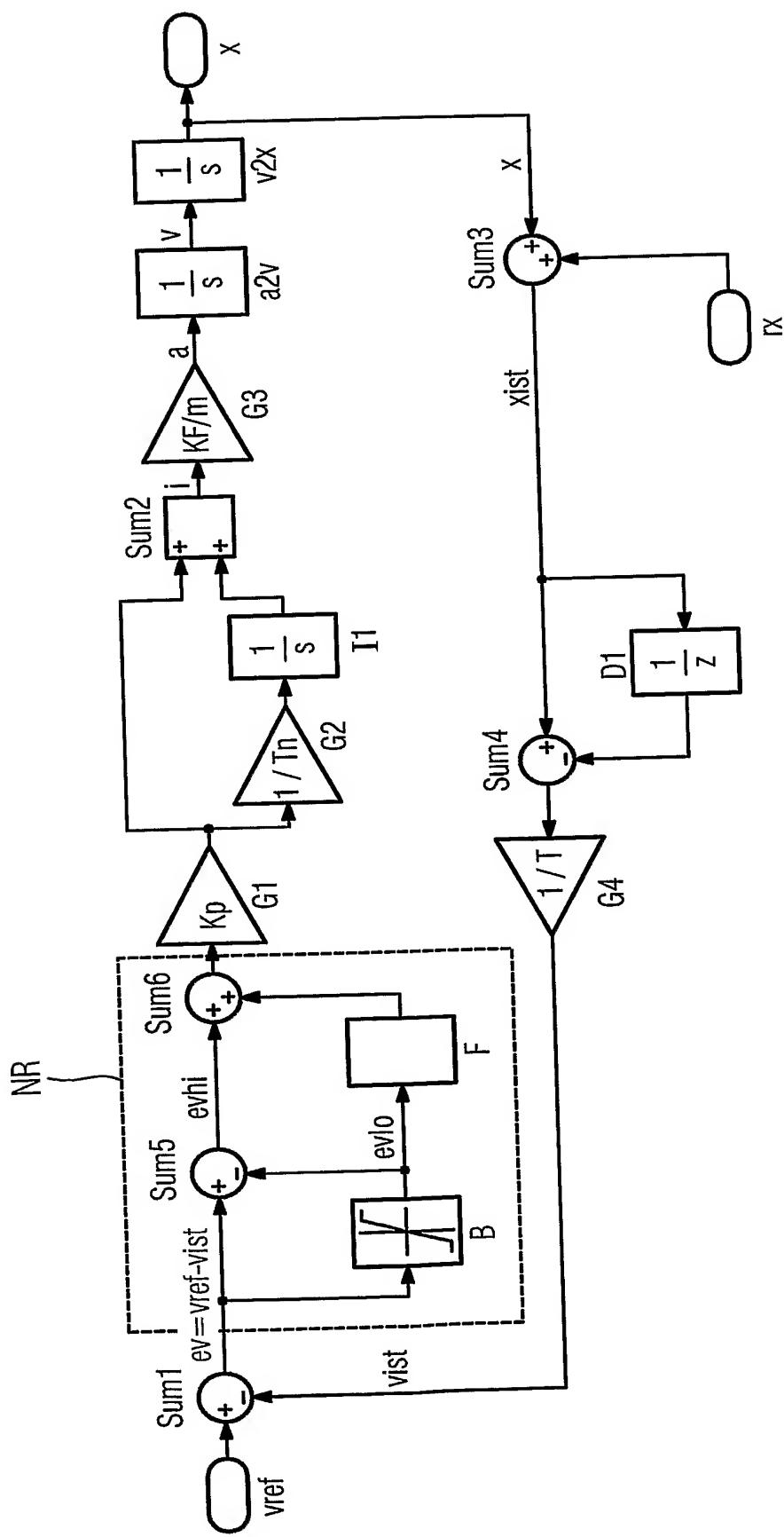


FIG 3

FIG 4

